

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-100603

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/306

H01L 21/304

(21)Application number : 2000-288971

(71)Applicant : YAMAHA CORP

(22)Date of filing : 22.09.2000

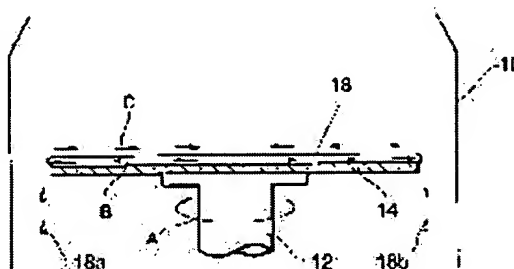
(72)Inventor : SUZUKI TAMITO

(54) METHOD FOR REMOVING RESIDUAL OF SILICON

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To uniformly remove residual of silicon on a wafer.

SOLUTION: After a remover for silicon containing TMAH (tetramethylammonium hydroxide) or choline chloride is supplied (or is being supplied) on an upper surface of the wafer 14 in the condition that the wafer 14 to be processed is kept flatwise by a wafer chuck 12 of a sheet-form type spinner so as to upward direct the surface from which the residual of silicon is to be removed, the residual of silicon is etched by spinning the wafer 14 with the wafer chuck 12. Since the silicon-remover 18 is circulated on the upper surface of the wafer 14 as shown with arrow symbols B, C when setting the spinning speed low at 20-40 (rpm), the residual of silicon can be uniformly removed, the reduction of the volume of the liquid due to dropping of a drop of the liquid 18a, 18b can be prohibited as well, and the throughput of etching proportional to the etching time can be achieved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3489555

[Date of registration] 07.11.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-100603

(P2002-100603A)

(43) 公開日 平成14年4月5日 (2002.4.5)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 1 L 21/306

H 0 1 L 21/304

6 4 3 A

5 F 0 4 3

21/304

6 4 3

21/306

G

S

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-288971 (P2000-288971)

(22) 出願日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 鈴木 民人

鹿児島県始良郡栗野町北方1800番地ヤマハ

鹿児島セミコンダクタ株式会社内

(74) 代理人 100075074

弁理士 伊沢 敏昭

Fターム (参考) 5F043 AA02 AA32 BB03 BB22 DD02

DD10 DD12 DD15 DD30 EE04

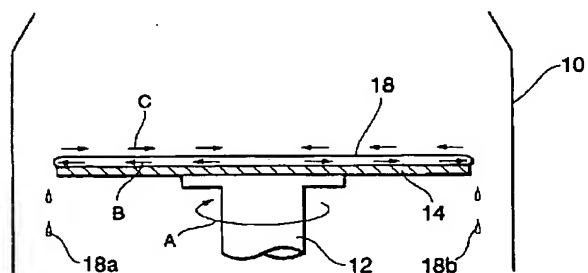
EE07 EE08 EE27 GG10

(54) 【発明の名称】 シリコン残渣除去方法

(57) 【要約】

【課題】 ウエハ上のシリコン残渣を均一性よく除去する。

【解決手段】 シリコン残渣を除去すべき面が上になるようにして被処理ウエハ14を枚葉式スピナのウエハチャック12で平面的に保持した状態でウエハ14の上面にTMAH (テトラ・メチル・アンモニウム・ハイドロオキサイド) 又は塩化コリンを含むシリコン除去液を供給した後 (又は供給しつつ) ウエハチャック12によりウエハ14をスピン回転させてシリコン残渣をエッチングする。ウエハ14のスピン回転数を20~40 [rpm] 程度に低く設定すると、ウエハ14の上面でシリコン除去液18が矢印B、Cで示すように循環するため、シリコン残渣を均一性よく除去できると共に、液滴18a、18bの落下による液量減少を抑制でき、エッチング時間に比例したエッチング量が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】シリコン残渣を除去すべき面が上になるようにして被処理ウエハを枚葉式スピナのウエハチャックで平面的に保持するステップと、
前記被処理ウエハの上面にシリコン除去液を供給して表面張力で保持させるステップと、
前記シリコン除去液を前記被処理ウエハの上面に沿って循環させるように前記ウエハチャックにより前記処理ウエハをスピン回転させるステップとを含むシリコン残渣除去方法。

【請求項2】前記シリコン除去液は、テトラ・メチル・アンモニウム・ハイドロオキサイド又は塩化コリンを含むものである請求項1記載のシリコン残渣除去方法。

【請求項3】前記被処理ウエハの上面に前記シリコン除去液を供給する前に前記シリコン残渣の表面を覆うシリコン酸化膜を除去するステップを更に含む請求項2記載のシリコン残渣除去方法。

【請求項4】前記被処理ウエハをスピン回転させるステップでは、スピン回転数を20～40[rpm]の範囲内に設定する請求項2又は3記載のシリコン残渣除去方法。

【請求項5】前記被処理ウエハの上面に前記シリコン除去液を供給するステップと、前記被処理ウエハをスピン回転させるステップとを含むシリコン残渣除去処理を複数回行なう請求項1記載のシリコン残渣除去方法。

【請求項6】シリコン残渣を除去すべき面が上になるようにして被処理ウエハを枚葉式スピナのウエハチャックで平面的に保持するステップと、
前記被処理ウエハの上面にシリコン除去液を供給しつつ前記ウエハチャックにより前記被処理ウエハをスピン回転させるステップとを含むシリコン残渣除去方法。

【請求項7】前記シリコン除去液は、テトラ・メチル・アンモニウム・ハイドロオキサイド又は塩化コリンを含むものである請求項6記載のシリコン残渣除去方法。

【請求項8】前記被処理ウエハの上面に前記シリコン除去液を供給する前に前記シリコン残渣の表面を覆うシリコン酸化膜を除去するステップを更に含む請求項7記載のシリコン残渣除去方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ポリシリコン加工工程等でウエハ上に残留したシリコン残渣を除去する方法に関し、特に枚葉式スピナのウエハチャックでウエハを平面的に保持した状態でウエハ上にシリコン除去液を供給した後（又は供給しつつ）ウエハをスピン回転させることにより均一性よくシリコン残渣を除去可能としたものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ポリシリコン加工工程等でウエハ上に残留したシリコン残渣を除去する方法としては、図

12に示すようなドライエッチング装置を用いて等方性プラズマエッチングを行なう方法、あるいは図13に示すようなバッチ式マニュアルシンクを用いて等方性ウェットエッチングを行なう方法等が知られている。

【0003】図12に示すドライエッチング装置は、反応室RC内に下部電極EL₁及び上部電極EL₂を対向させて配置したもので、上部電極EL₂には、高周波電源RFが接続されている。反応室RCには、給気口SPからSF₆、CF₄/O₂、Cl₂/O₂、HBr又はCl₂等の反応ガスGが供給される。反応室RCの排気口VPを真空系VCに接続して排気を行なうことで反応室RC内は数百[mTorr]の圧力状態に設定される。このような圧力状態において高周波電源RFから電極EL₁、EL₂に高周波電力を供給してプラズマPを発生させることにより等方性プラズマエッチングが行なわれる。

【0004】シリコン残渣を除去するために使用可能なドライエッチング装置としては、ダウンフロー型のドライエッチング装置も知られており、この装置ではラジカルによる等方性エッチングが可能である。

【0005】図13に示すバッチ式マニュアルシンクMSには、ストリンガー混合液（フッ化アンモニウム、硝酸及び酢酸の水溶液）SLが収容される。ウエハホルダWHに装填された多数枚の被処理ウエハWをストリンガー混合液SLに浸漬することにより等方性のウェットエッチングが行なわれる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来技術によると、ウエハ面内のエッチング速度の均一性が良好でなく、特に図4に示すように凹部（又は段差部）24に残留したシリコン残渣26を完全に除去できないという問題点があった。また、下地膜としてのシリコン酸化膜20とのエッチング選択比が不足するため、シリコン酸化膜20に孔があく（下地抜けが生ずる）不都合もあった。さらに、ゲート電極層としてのポリシリコン層22が存在する場合には、ゲート寸法のばらつきが増大したり、ゲート寸法の細りすぎやノッチ等の形状異常が発生したりする不都合もあった。

【0007】この発明の目的は、ウエハ面内のエッチング速度の均一性を向上させた新規なシリコン残渣方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明に係る第1のシリコン残渣除去方法は、シリコン残渣を除去すべき面が上になるようにして被処理ウエハを枚葉式スピナのウエハチャックで平面的に保持するステップと、前記被処理ウエハの上面にシリコン除去液を供給して表面張力で保持させるステップと、前記シリコン除去液を前記被処理ウエハの上面に沿って循環させるように前記ウエハチャックにより前記被処理ウエハをスピン回転させるステッ

ブとを含むものである。

【0009】第1のシリコン残渣除去方法によれば、被処理ウエハの上面にシリコン除去液を表面張力で保持させた後、シリコン除去液をウエハの上面に沿って循環させるように被処理ウエハをスピン回転させるので、ウエハ面内のエッチング速度均一性が改善されると共に、シリコン除去液の液量減少を抑制することができる。

【0010】第1のシリコン残渣除去方法においては、シリコン除去液としてTMAH（テトラ・メチル・アンモニウム・ハイドロオキサイド）又は塩化コリンを含むものをを用いることができる。このようにすると、下地膜がシリコン酸化膜である場合、シリコン酸化膜とのエッチング選択比がほぼ無限大となり、下地抜けを防止することができる。また、エッチング速度がゆるやかであるため、ポリシリコンゲートが存在してもゲート寸法の細りすぎやノッチ等の形状異常が発生するのを抑制することができる。

【0011】シリコン除去液としてTMAH又は塩化コリンを含むものをを用いるときは、被ウエハの上面にシリコン除去液を供給する前にシリコン残渣の表面を覆うシリコン酸化膜を除去するとよい。このようにすると、シリコン残渣を除去するのが容易となる。

【0012】第1のシリコン残渣除去方法においては、被処理ウエハをスピン回転させる際にスピン回転数を20～40[rpm]程度に低く設定するとよい。このような低速回転領域では、シリコン除去液の液量減少がわずかであり、シリコン除去液を追加供給しなくて済む。

【0013】第1のシリコン残渣除去方法においては、被処理ウエハの上面にシリコン除去液を供給するステップと、被処理ウエハをスピン回転させるステップとを含むシリコン残渣除去処理を複数回行なうようにしてもよい。このようにすると、均一性を悪化させることなくエッチング量を増大させることができ、厚いシリコン残渣を均一性よく除去可能となる。

【0014】この発明に係る第2のシリコン残渣除去方法は、シリコン残渣を除去すべき面が上になるようにして被処理ウエハを枚葉式スピナのウエハチャックで平面的に保持するステップと、前記被処理ウエハの上面にシリコン除去液を供給しつつ前記ウエハチャックにより前記被処理ウエハをスピン回転させるステップとを含むものである。

【0015】第2のシリコン残渣除去方法によれば、被処理ウエハの上面にシリコン除去液を供給しつつ被処理ウエハをスピン回転させるので、ウエハ上面でシリコン除去液の更新がスムーズに行なわれ、ウエハ面内のエッチング速度均一性が改善される。

【0016】第2のシリコン残渣除去方法においては、第1のシリコン残渣除去方法に関して前述したと同様にシリコン除去液としてTMAH又は塩化コリンを含むものをを用いたり、シリコン残渣の表面を覆うシリコン酸化

膜を予め除去したりしてもよく、前述したと同様の作用効果が得られる。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は、この発明の一実施形態に係るシリコン残渣除去方法を示すものである。この実施形態では、枚葉式コータ又は枚葉式ディベロッパとして慣用されている枚葉式スピナを用いると共に、レジスト現像液として市販されているTMAH[N(CH₃)₂・OH]水溶液（TMAH：0.24～5.00wt%、水：95.00～99.76wt%）を用いてシリコンウエハ上のポリシリコン残渣を除去する。

【0018】ステップS₁では、被処理ウエハとして、図4に示すようなシリコンウエハ14を用意する。ウエハ14の表面にはゲート絶縁膜としてのシリコン酸化膜20が形成されると共に、シリコン酸化膜20の上にはゲート電極層としてのポリシリコン層22が形成されている。

【0019】シリコン酸化膜20は、熱酸化法により形成されたものである。ウエハ14の表面には、熱酸化の前に凹部（又は段差部）24が存在したり、熱酸化に伴って凹部24が生じたりする。シリコン酸化膜20の形成後において、凹部24の深さDは、数[Å]～数1000[Å]であり、凹部24の開口サイズSは、数[Å]～数1000[Å]である。

【0020】ポリシリコン層22は、CVD（ケミカル・ベーパー・デポジション）法等により堆積されたポリシリコン層を選択的プラズマエッチング処理により加工して形成されたものである。プラズマエッチングの終了後において、凹部24内には、ポリシリコン残渣26が残留する。

【0021】ポリシリコン層22及びポリシリコン残渣26の表面には、50[Å]又はそれ以下の薄いシリコン酸化膜（自然酸化膜）が形成されることが多い。このシリコン酸化膜はシリコン除去液としてのTMAH水溶液では殆どエッチングできないので、予め除去しておく必要がある。そこで、ステップS₁ではシリコン酸化膜エッチング処理により薄いシリコン酸化膜を除去してポリシリコン層22及びポリシリコン残渣26の表面を露呈させる。シリコン酸化膜エッチング処理としては、例えばフッ酸（HF）をエッチャントとするウェットエッチング処理を用いることができる。

【0022】次にステップS₂では、図2に示すように枚葉式スピナにウエハ14を装填する。すなわち、カップ10内に配置された真空吸引式のウエハチャック12によりウエハ14を平面的に保持する。このとき、ウエハ14は、ポリシリコン残渣26が存在する面が上になるように保持する。

【0023】ステップS₃では、洗浄ノズル（図示せず）から洗浄液としての純水をウエハ14の上面に供給しつつウエハチャック12によりウエハ14をスピン回

転させることにより洗浄（リンス）処理を行なう。洗浄処理の後、純水の供給を停止した状態でウエハ14をスピン回転させてウエハ14を乾燥させる。

【0024】ステップS4では、図2に示すようにスピン乾燥に引き続いてウエハ14を矢印A方向にスピン回転させつつウエハ14の上面にTMAH水溶液からなるシリコン除去液18を薬液ノズル16から供給し、ウエハ14の上面に表面張力でシリコン除去液18を保持させる。ウエハ14の上面におけるシリコン除去液18の厚さTが2～6 [mm] に達した時点で薬液ノズル16からのシリコン除去液18の供給を停止する。一例として、ウエハ14のスピン回転数は30 [rpm] とし、シリコン除去液18の供給時間は3 [秒] とすることができる。ウエハ14を回転させないでシリコン除去液18を供給してもよい。

【0025】ステップS5では、図3に示すように図2の工程に引き続いてウエハ14を矢印A方向にスピン回転させてポリシリコン（Si）エッチングを行なう。このとき、矢印B、Cで示すようにウエハ14の上面に沿ってシリコン除去液18が循環するように低速でウエハ14をスピン回転させる。一例として、スピン回転数は、20～40 [rpm] の範囲内に設定することができる。ポリシリコンエッチング中のシリコン除去液18の温度は、スピナに付属した温度調整装置により24.0±1.0 [°C] に維持する。

【0026】ステップS5のポリシリコンエッチング処理によれば、エッチング量がエッチング時間にほぼ比例し、エッチング時間を適宜設定することで厚さ10～1000 [Å] の範囲内で所望のエッチング量を設定可能である。また、次の（1）～（4）のような作用効果が得られる。

【0027】（1）ウエハ14の上面に沿ってシリコン除去液18が循環するため、ウエハ面内のポリシリコン残渣を均一性よく除去可能である。例えば、図4の凹部24内のポリシリコン残渣26は、図5に示すように完全に除去される。ポリシリコン残渣26の除去に伴ってポリシリコン層22が破線22aで示す位置から若干エッチングされるが、ウエハ面内のエッチング速度均一性が良好であるため、ゲート寸法のばらつきが抑制される。

【0028】（2）エッチング速度が10～300 [Å/min] とゆるやかであるため、ゲート寸法の細りすぎやノッチなどの形状以上が発生するのを抑制することができる。

【0029】（3）ウエハ14の低速回転により液滴18a、18bの落下が抑制されるため、シリコン除去液18の液量減少がわずかであり、エッチング中にシリコン除去液を追加供給しなくてよい。従って、シリコン除去液の使用量が少なくて済む。

【0030】（4）下地膜としてのシリコン酸化膜20

のエッチング選択比はほぼ無限大であり、下地抜けが生ずるおそれはない。

【0031】次に、ステップS6では、ステップS5で述べたと同様にウエハ14に純水洗浄処理を施す。そして、ステップS7では、純水の供給を停止した状態でウエハ14をスピン回転させてウエハ14を乾燥させる。

【0032】ステップS6では、ステップS5～S7を含む基本シーケンス処理FSの回数が所定の回数に等しいか判定する。「所定の回数」としては、1回又は複数回を設定可能であり、例えば1000 [Å] より厚いポリシリコンエッチング量を得たいときは、2又は3回等の複数回を設定すればよい。

【0033】所定の回数が1回であったときは、ステップS7の後ステップS6に来ると、判定結果が肯定的（Y）となる。所定の回数が複数回であったときは、1回のシーケンス処理FSではステップS6の判定結果が否定的（N）となり、ステップS5に戻る。そして、ステップS6の判定結果が肯定的（Y）となるまで基本シーケンス処理FSを繰返す。

【0034】ステップS6の判定結果が肯定的（Y）となったときは、ステップS6でウエハチャック12から処理済のウエハ14を取外す。

【0035】上記したウエハ14のような製品ウエハをエッチング処理する前に、多数のサンプルウエハをエッチング処理して種々のエッチング特性を測定した。図6は、各サンプルウエハWsにおけるエッチング量の測定点P1～P9を示すものである。図6において、OFはオリエンテーションフラットを示し、dはウエハ端縁からの距離を示す。測定点P1～P9はいずれもウエハ端縁からd=10 [mm] 以内に存在する。

【0036】各サンプルウエハWsは、シリコンの6インチウエハからなるものである。各サンプルウエハの表面に熱酸化法によりシリコン酸化膜を形成した後、このシリコン酸化膜の上にCVD法によりポリシリコン層を形成した。このように作成された各サンプルウエハに対してポリシリコン層の表面の薄いシリコン酸化膜を除去すべく図1のステップS1で述べたようなシリコン酸化膜エッチング処理を施した。そして、図1のステップS2～S6に従って各サンプルウエハのポリシリコン層にTMAH水溶液によるスピンエッチング処理を施し、ポリシリコン層について種々のエッチング特性を評価した。

【0037】後述の表1～5に示されるエッチング量、エッチング速度及びウエハ面内のエッチング速度均一性は、各サンプルウエハ毎に次のようにして求めたものである。すなわち、エッチング量は、測定点P1～P9でそれぞれ求めたエッチング量をE1～E9とすると、E1～E9の平均値 $[(E_1 + E_2 + \dots + E_9) / 9]$ である。エッチング速度は、測定点P1～P9でそれぞれ

10

20

30

40

50

求めたエッチング速度を $A_1 \sim A_9$ とすると、 $A_1 \sim A_9$ の平均値 $[(A_1 + A_2 + \dots + A_9) / 9]$ である。ウエハ面内のエッチング速度均一性UNFは、測定点 $P_1 \sim P_9$ のうちで最大及び最小のエッチング速度をそれぞれ A_{max} 及び A_{min} とし、測定点 $P_1 \sim P_9$ のエッチング速度の平均値を A_{ave} とすると、次の数1の式で表わされる。

【0038】

【数1】

$$UNF = \pm \frac{A_{max} - A_{min}}{2 \times A_{ave}} \times 100 [\%] \quad 10$$

＊

＊次の表1は、No. 1～5のサンプルウエハのポリシリコン層についてスピン回転数を異ならせてエッチング速度とウエハ面内のエッチング速度均一性を測定した結果を示すものである。この場合、ポリシリコン層は、リン等の導電型決定不純物を全く添加しないノンドープのポリシリコン層とした。また、TMAH水溶液の供給時において、スピン回転数は30[rpm]、供給時間は3[秒]とし、エッチング中はTMAH水溶液の供給を停止した。

【0039】

【表1】

ウエハ No.	スピン回転数 [rpm]	エッチング 時間[秒]	エッチング速度 [Å/min]	均一性 [±%]
1	10	60	200	54
2	20	60	250	29
3	30	30	208	11
4	40	30	142	63
5	50	30	108	68

図7は、表1に示した測定結果をグラフで示したもので、横軸はスピン回転数を示し、縦軸はエッチング速度又はウエハ面内のエッチング速度均一性を示す。表1及び図7によれば、ウエハ面内のエッチングが速度均一性は、スピン回転数が30[rpm]のときに最良となることがわかる。実用上は、スピン回転数を20～40[rpm]に設定するのが好ましい。

【0040】次の表2は、No. 11～16のサンプルウエハのポリシリコン層についてスピン回転数を異なら※

20※せてエッチング速度とウエハ面内のエッチング速度均一性を測定した結果を示すものである。この場合、ポリシリコン層は、ノンドープのポリシリコン層とした。また、TMAH水溶液の供給時において、スピン回転数は30[rpm]、供給時間は3[秒]とし、エッチング中はTMAH水溶液を供給し続けた。

【0041】

【表2】

ウエハ No.	スピン回転数 [rpm]	エッチング 時間[秒]	エッチング速度 [Å/min]	均一性 [±%]
11	0	600	123	93
12	10	60	159	46
13	20	60	239	24
14	30	60	249	42
15	100	60	102	30
16	800	60	50	22

図8は、表2に示した測定結果を図7と同様にしてグラフで示したものである。表2及び図8によれば、スピン回転させないNo. 11のウエハに付いては、エッチング時間が600[秒]と長く、しかもウエハ面内のエッチング速度均一性が±93[%]と良好でないことがわかる。従って、ウエハをスピン回転させないでTMAH水溶液によりポリシリコン残渣をエッチングする方法は、実用的でない。

【0042】表2及び図8によれば、スピン回転数が20[rpm]程度の低速回転領域で均一性よくエッチングを行なえると共にスピン回転数が100～800[rpm]程度の高速回転領域でも均一性よくエッチングを行なえることがわかる。図8の方法では、エッチング中

もTMAH水溶液を供給し続けるので、図7の方法に比べてTMAH水溶液の使用量が增大するが、このような薬液使用量の増大が許容される場合には図8の方法でポリシリコン残渣を除去することも可能である。

【0043】次の表3は、No. 21～27のサンプルウエハのポリシリコン層についてシート抵抗を異ならせてエッチング速度とウエハ面内のエッチング速度均一性を測定した結果を示すものである。この場合、No. 21のウエハのポリシリコン層はノンドープのポリシリコン層とし、No. 22～26のウエハのポリシリコン層にはイオン注入法によりリンイオン注入してシート抵抗をそれぞれ調整し、No. 27のウエハのポリシリコン層にはデポジション法によりリンを拡散させてシート

抵抗を調整した。また、TMAH水溶液の供給時において、スピン回転数は30[rpm]、供給時間は3[秒]とし、エッチング中はNo. 21~26のウエハに付いてはTMAH水溶液の供給を停止し、No. 27*

*のウエハについてはTMAH水溶液を供給し続けた。
[0044]
[表3]

ウエハ No.	シート抵抗 [Ω/□]	スピン回転数 [rpm]	エッチング 時間[秒]	エッチング速度 [Å/min]	均一性 [±%]
21	10000000	30	60	258	8.53
22	5000000	30	60	321	3.58
23	963000	30	60	341	4.69
24	11630	30	30	326	6.6
25	652	30	30	308	15.3
26	69.3	30	30	150	95
27	16	30	30	14	22

図9は、表3に示した測定結果をグラフで示したもので、横軸はシート抵抗を示し、縦軸はエッチング速度又はウエハ面内のエッチング速度均一性を示す。表3及び図9によれば、エッチング速度がシート抵抗(リンのドーパ量)に依存することがわかる。
[0045] 次の表4は、No. 31~34のサンプルウエハのポリシリコン層についてエッチング処理前のシリコン酸化膜エッチング量を異ならせてエッチング速度とウエハ面内のエッチング速度均一性を測定した結果※

※を示すものである。この場合、ポリシリコン層はノンドーパのポリシリコン層とした。また、TMAH水溶液の供給時において、スピン回転数は30[rpm]、供給時間は3[秒]とし、エッチング中はNo. 31, 32のウエハについてはTMAH水溶液の供給を供給し続け、No. 33, 34のウエハについてはTMAH水溶液の供給を停止した。
[0046]
[表4]

ウエハ No.	シリコン酸化膜 エッチング量 [Å]	スピン回転数 [rpm]	エッチング 時間[秒]	エッチング速度 [Å/min]	均一性 [±%]
31	150	30	60	249	42
32	66	30	60	322	17
33	43	30	30	208	11
34	19	30	30	-1	

図10は、表4に示した測定結果をグラフで示したもので、横軸はシリコン酸化膜エッチング量を示し、縦軸はエッチング速度又はウエハ面内のエッチング速度均一性を示す。表4及び図10によれば、フッ酸によるシリコン酸化膜の除去量が少ない領域Rでは、ポリシリコンがエッチングされないか又はエッチング速度が低いことがわかる。
[0047] 次の表5は、No. 41~43のサンプルウエハのポリシリコン層についてエッチング時間を異な★

★らせてエッチング速度及びウエハ面内のエッチング速度均一性を測定した結果を示すものである。この場合、ポリシリコン層は、ノンドーパのポリシリコン層とした。また、TMAH水溶液の供給時において、スピン回転数はゼロ(ウエハは非回転・静止状態)、供給時間は5[秒]とし、エッチング中はTMAH水溶液の供給を停止した。
[0048]
[表5]

ウエハ No.	スピン回転数 [rpm]	エッチング 時間[秒]	ポリSiエッチング 量[Å]	均一性 [±%]
41	30	60	258	8.53
42	30	140	648	2.24
43	30	420	1857	1.18

No. 43のウエハについては、140[秒]のエッチング処理を3回繰返すことで1857[Å]のエッチング量を得た。図11は、表5に示した測定結果をグラフで示したもので、横軸はエッチング時間を示し、縦軸はエッチング速度又はウエハ面内のエッチング速度均一性を示す。

[0049] 表5及び図11によれば、エッチング量が 50

エッチング時間にはほぼ比例しているのがわかる。従って、低速回転中のエッチング時間を適宜設定することで所望のエッチング量を精度よく制御可能である。また、エッチング量が少ないエッチング処理を複数回繰返すことで、均一性を悪化させることなくエッチング量を増大させることができ、厚いシリコン残渣を均一性よく除去可能となる。

【0050】この発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、種々の改変形態で実施可能なものである。例えば、次のような変更が可能である。

【0051】(1) シリコン除去液としては、TMAHを含むものに限らず、塩化コリン〔 $(CH_3)_4NC_2H_4Cl$ 〕を含むもの（例えば塩化コリン水溶液）等を用いてもよい。

【0052】(2) ポリシリコンのエッチング速度は、図9に示したようにポリシリコンのシート抵抗（不純物濃度）に依存する他、TMAH又は塩化コリン等の濃度やシリコン除去液の温度等にも依存する。従って、これらの依存性を考慮してエッチング時間を設定するとよい。

【0053】(3) この発明は、ポリシリコンの残渣に限らず、単結晶シリコン又はアモルファスシリコンの残渣を除去する場合にも適用することができる。

【0054】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、枚葉式スピナのウエハチャックで被処理ウエハを平面的に保持した状態で被処理ウエハの上面にシリコン除去液を供給した後（又は供給しつつ）被処理ウエハをスピン回転させてシリコン残渣をエッチング除去するようにしたので、均一性よくシリコン残渣を除去可能となり、ポリシリコンゲートが存在してもゲート寸法のばらつきを抑制可能となる効果が得られる。

【0055】また、シリコン除去液を供給した後シリコン除去液が被処理ウエハの上面に沿って循環するように低速で被処理ウエハをスピン回転させる場合には、シリコン除去液の液量減少を抑制でき、シリコン除去液の使用量が少なく済む効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施形態に係るシリコン残渣除去方法を示すフローチャートである。

【図2】 シリコン除去液供給工程を示すスピナ断面図＊

＊である。

【図3】 ポリシリコンエッチング工程を示すスピナ断面図である。

【図4】 図2の工程におけるウエハの一部を示す断面図である。

【図5】 図3の工程におけるウエハの一部を示す断面図である。

【図6】 サンプルウエハ上のエッチング量測定点を示す平面図である。

【図7】 種々のスピン回転数に対するポリシリコンのエッチング速度及びウエハ面内のエッチング速度均一性の変化を示すグラフである。

【図8】 図7より広い範囲のスピン回転数に対するポリシリコンのエッチング速度及びウエハ面内のエッチング速度均一性の変化を示すグラフである。

【図9】 ポリシリコンに関して種々のシート抵抗に対するエッチング速度及びウエハ面内のエッチング速度均一性の変化を示すグラフである。

【図10】 種々のシリコン酸化膜エッチング量に対するポリシリコンのエッチング速度及びウエハ面内のエッチング速度均一性の変化を示すグラフである。

【図11】 ポリシリコンに関してエッチング時間とエッチング量及びウエハ面内のエッチング速度均一性との関係を示すグラフである。

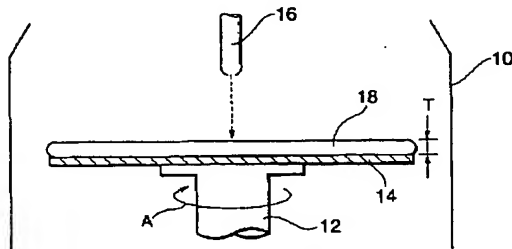
【図12】 従来のドライエッチング装置の一例を示す断面図である。

【図13】 従来のウェットエッチング処理の一例を示す断面図である。

【符号の説明】

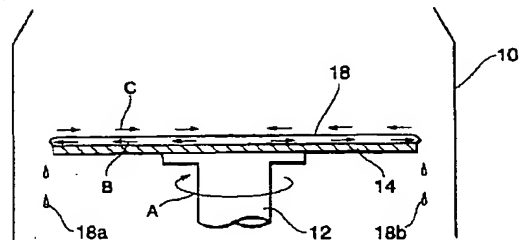
10：カップ、12：ウエハチャック、14：ウエハ、16：薬液ノズル、18：シリコン除去液、20：シリコン酸化膜、22：ポリシリコン層、24：凹部、26：ポリシリコン残渣。

【図2】

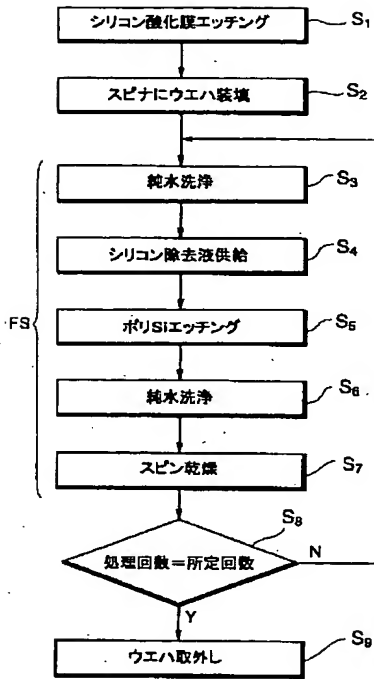


10:カップ
12:ウエハチャック
14:ウエハ
16:薬液ノズル
18:シリコン除去液

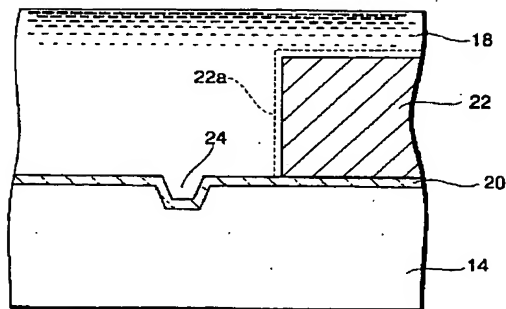
【図3】



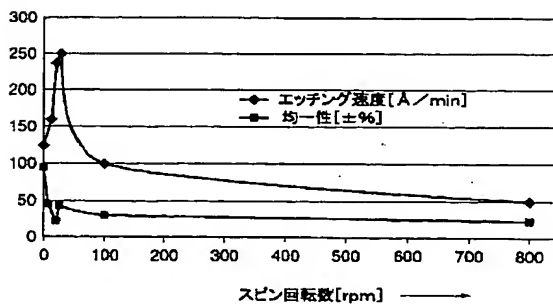
【図1】



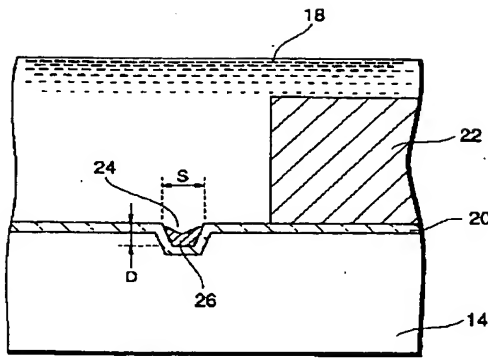
【図5】



【図8】

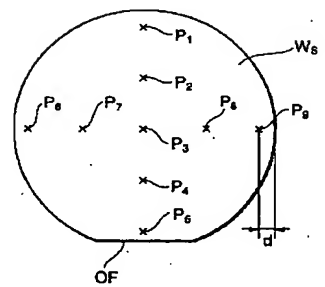


【図4】

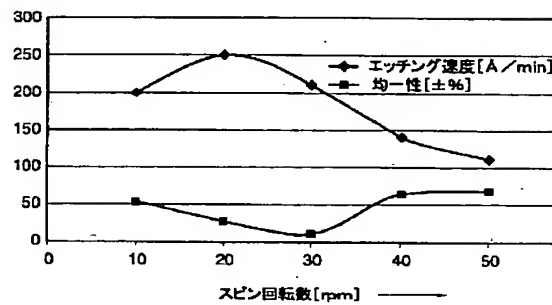


20:シリコン酸化膜
 22:ポリシリコン層
 24:凹部
 26:ポリシリコン残渣

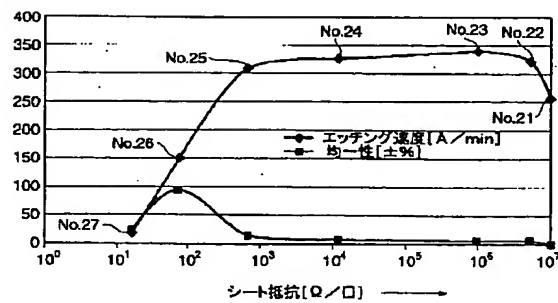
【図6】



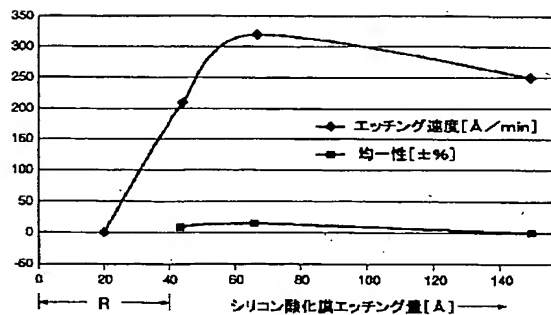
【図7】



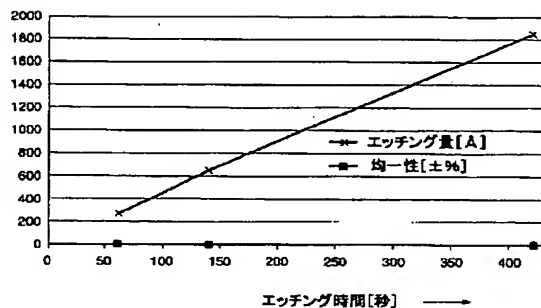
【図9】



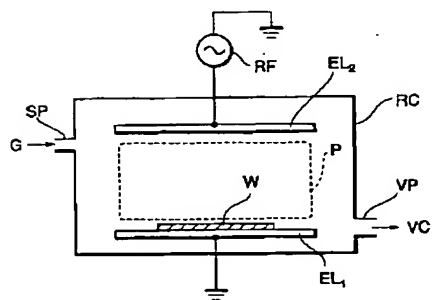
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

